

RANCANG BANGUN CHARGER DENGAN KASKADE FLYBACK DAN BUCK KONVERTER MENGGUNAKAN KONTROL FUZZY

Umar Sholahuddin¹, Ainur Rofiq Nansur², Epyk Sunarno²

¹Mahasiswa D4 Jurusan Teknik Elektro Industri

²Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email: Bonek_cs@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam pengisian baterai, hal yang mendasar adalah bagaimana mengatur proses pengisian baterai sesuai dengan karakteristik pengisian baterai, sedangkan karakteristik baterai adalah non-linier, sehingga dibutuhkan kontrol yang dapat mengontrol proses pengisian dengan baik yaitu dengan kontrol fuzzy. Proses dibagi menjadi dua mode yaitu kontrol tegangan, kontrol arus, tahapan tersebut diatur oleh kontrol fuzzy.

Prinsip kerja charger yaitu tegangan input akan disearahkan oleh rectifier kemudian di turunkan dan distabilkan oleh flyback konverter yang akan dikonversi oleh buck konverter untuk proses pengisian baterai.

Keyword : charger baterai, flyback konverter, buck konverter, kontrol fuzzy.

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan yang pesat dari peralatan elektronik seperti telefon genggam dan laptop, sehingga dibutuhkan charger cerdas yang mampu melakukan tugas pengisian baterai pada berbagai macam jenis baterai dengan berbagai karakteristik. Charger yang memiliki efesiensi yang baik, efesiensi dari chargernya maupun efesiensi pengisian baterai, sehingga transfer energi dari sisi sumber ke baterai bisa maksimal.

Tidak hanya memiliki efesiensi yang baik tetapi juga aman untuk baterai maupun aman untuk pengguna. Peralatan gadget sangat sensitif terhadap gangguan sehingga dibutuhkan konverter yang memiliki isolasi yang baik antara sumber dan beban.

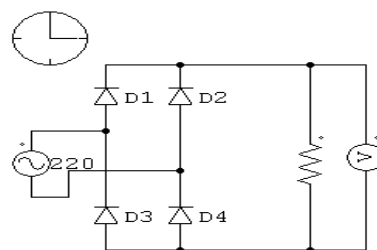
Pengontrolan saklaring MOSFET tersebut dilakukan oleh PWM dengan metode Fuzzy yang menggunakan mikrokontroller AVR untuk pemrogramannya dengan memanfaatkan PWM internal pada mikrokontroller tersebut, sehingga outputnya bisa konstan.

Kontroller Fuzzy juga merupakan salah satu metode pengontrolan yang digunakan karena bebannya bersifat non-linier, sehingga dibutuhkan kontrol yang cocok dengan karakteristik beban.

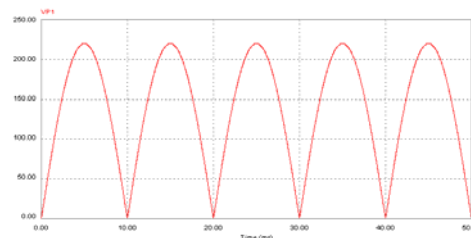
II. DASAR TEORI

II.1 Perancangan AC – DC Bridge Rectifier 1 fasa

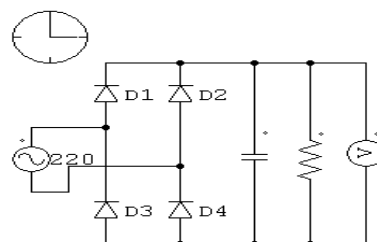
Dalam perancangan alat ini menggunakan Trafo 1 fasa dengan rating arus 5 A sebanyak satu buah. Setelah itu dirancanglah pnyearah bridge untuk sistem full Wave Rectifier, untuk itu digunakan satu buah penyearah bridge dengan rating 5 A.



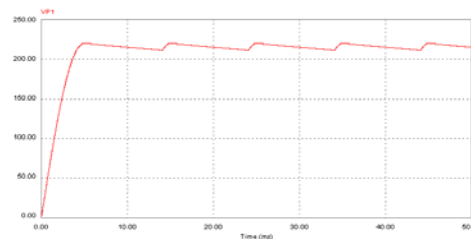
Gambar 1. Rangkaian full Wave Rectifier 1 fasa



Gambar 2. Gelombang tegangan output rectifier tanpa filter



Gambar 3. Rangkaian full Wave Rectifier 1 fasa dengan filter C



Gambar 4. Gelombang tegangan output rectifier dengan filter C

$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T V_m \sin \omega t dt$$

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi}$$

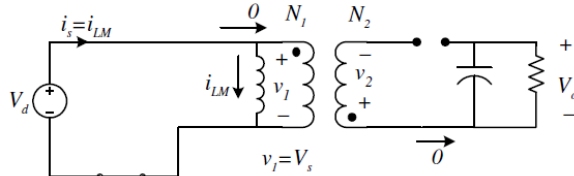
$$V_{g1}^{max} = \sqrt{2} \times V_{line}^{max}$$

Menentukan besar kapasitor output adalah 2-3uF per watt daya input sedangkan daya input sebesar 31.3W, maka besar kapasitansinya adalah 93.3uF besar kapasitansi yang dipilih adalah 220uF.

$$V_{DC}^{min} = \sqrt{2 \times (V_{line}^{min})^2 - \frac{P_{in} \times (1-D_{max})}{C_{DC} \times f_L}}$$

II.2 Prinsip Kerja Flyback Konverter

Gambar dibawah ini menunjukkan gambar rangkaian dasar Flyback Konverter.

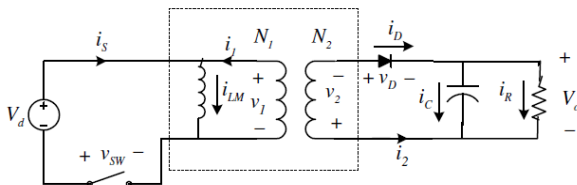


Gambar 5. Rangkaian dasar Flyback Konverter

Prinsip kerja dari flyback konverter ini terbagi menjadi 2 mode yaitu :

➤ Mode 1

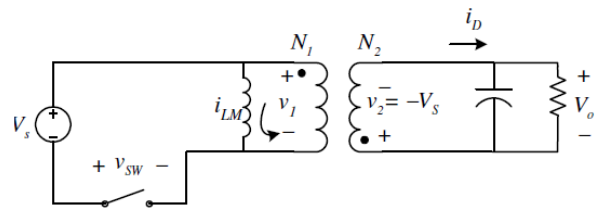
Mode 1 dimulai ketika saklar menutup dan diode open. Maka bagian primer transformator akan terhubung dengan tegangan input yang akan mengakibatkan meningkatnya flux magnetik pada transformator, dan tegangan yang mengalir pada belitan sekunder adalah negatif sehingga diode reverse-bias, sedangkan kapasitor mensupply energi yang tersimpan ke output beban.



Gambar 6. Rangkaian Ekuivalen Mode 1

➤ Mode 2

Mode 2 dimulai pada saat saklar di open. Maka energi yang tersimpan pada transformator akan di transfer ke beban.



Gambar 7. Rangkaian Ekuivalen Mode 2

Untuk perancangan flyback konverter dibagi menjadi beberapa step yaitu:

1. Menentukan Dmax

$$V_{dc} = \frac{D_{max}}{1-D_{max}} \times V_{DC}^{min}$$

2. Menentukan nilai induktansi sisi primer

$$L_m = \frac{(V_{DC}^{min} \times D_{max})^2}{2 \times P_{in} \times F_s \times K_{rf}}$$

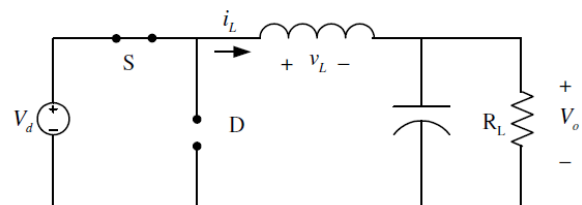
3. Menentukan jumlah lilitan sisi primer

$$N_p^{min} = \frac{L_m \times I_{over}}{B_{sat} \times A_c} \times 10^3 (\text{turns})$$

4. Menentukan jumlah lilitan sisi sekunder

$$n = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{Bo}}{V_{o1} + V_{f1}}$$

II.3 Prinsip Kerja Buck konverter

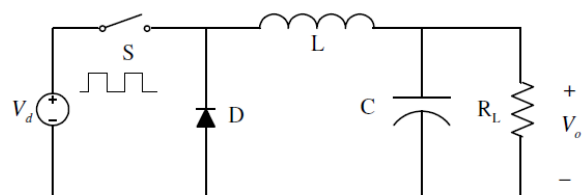


Gambar 8. Rangkaian Buck konverter

Prinsip kerja dari buck konverter terbagi menjadi dua mode

➤ Mode 1

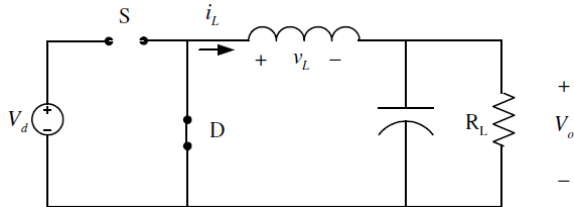
Mode 1 dimulai ketika saklar menutup dan diode open, Maka i_L akan mengalir ke induktor dan disimpan, sedangkan kapasitor mensupply energi yang tersimpan ke output beban.



Gambar 9. Rangkaian Ekuivalen Mode2

➤ Mode 2

Mode 2 dimulai ketika saklar open dan diode forward-bias, maka bagian sumber dari supply terputus dan energi yang tersimpan pada induktor di transfer ke beban.



Gambar 10. Rangkaian Ekuivalen Mode 2

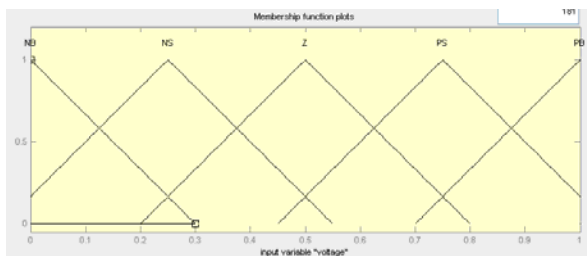
II.4 Perancangan kontroller Fuzzy

Langkah penyusunan Fuzzy adalah sebagai berikut :

- Menentukan fuzzyfikasi– proses memetakan nilai masukan sistem kedalam fungsi keanggotaan untuk menentukan resultan nilai kebenaran untuk setiap label (fungsi keanggotaan), hasilnya adalah masukan fuzzy.
- Menentukan evaluasi Rule Perhitungan relatif yang dapat digunakan, atau “nilai kebenaran” tiap rule. Dalam inferen MIN-MAX, hal ini sama dengan nilai minimum antecedent (masukan fuzzy) untuk rule tersebut. Keluaran fuzzy dihitung dengan menentukan nilai maksimum rule strength untuk tiap label keluaran.
- Menentukan proses defuzzyfikasi – Proses penghitung center of gravity (COG) seluruh keluaran fuzzy untuk variabel keluaran yang diberikan untuk menentukan nilai output yang diberikan. Output dari COG akan digunakan sebagai setpoint baru.

Fungsi membership input “tegangan”

Perancangan membership function input tegangan, terdiri dari lima membership function yaitu negatif big(NB), negatif small(NS), zero(Z), positif small(PS), positif big(PB) yang bentuknya adalah:

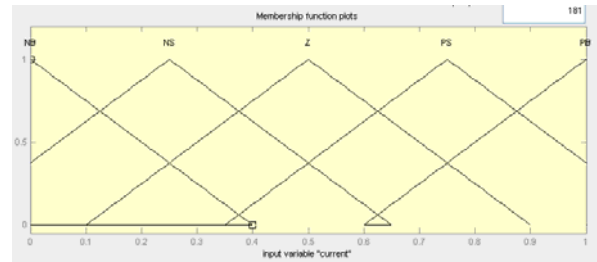


Gambar 11. Input membership function tegangan

Fungsi membership input “arus”

Perancangan membership function input arus, terdiri dari lima membership function yaitu negatif big(NB), negatif small(NS), zero(Z), positif small(PS), positif big(PB) yang bentuknya adalah:

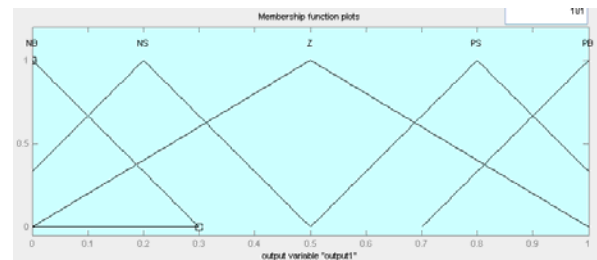
positif small(PS), positif big(PB) yang bentuknya adalah:



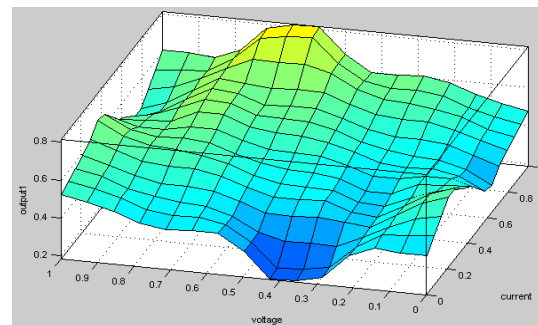
Gambar 12. Input membership function arus

Fungsi membership output “rasio duty cycle”

Perancangan membership function output, terdiri dari lima membership function yaitu negatif big(NB), negatif small(NS), zero(Z), positif small(PS), positif big(PB) yang bentuknya adalah:



Gambar 13. Output membership function



Gambar 14. Surface Rule

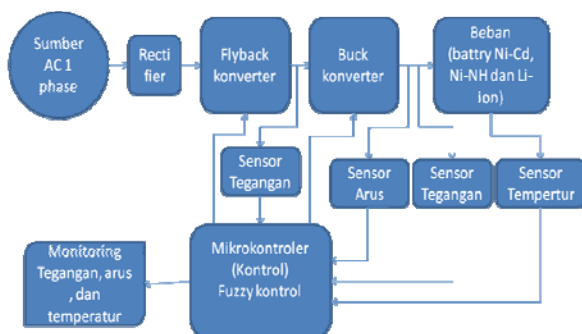
Perancangan Fuzzy Rule

Nomor 1-9 adalah kontrol dasar, sedangkan nomor 10-19 kontrol tambahan, dan nomor 20-25 adalah kontrol pelengkap.

1. If (current is PB) and (voltage is Z) then (output1 is PB) (1)
2. If (current is Z) and (voltage is NB) then (output1 is NB) (1)
3. If (current is NB) and (voltage is Z) then (output1 is NB) (1)
4. If (current is Z) and (voltage is PB) then (output1 is PB) (1)
5. If (current is PS) and (voltage is Z) then (output1 is PS) (1)
7. If (current is NS) and (voltage is Z) then (output1 is NS) (1)
3. If (current is Z) and (voltage is PS) then (output1 is PS) (1)
3. If (current is Z) and (voltage is Z) then (output1 is Z) (1)
10. If (current is PB) and (voltage is NS) then (output1 is PS) (1)
11. If (current is PB) and (voltage is NB) then (output1 is Z) (1)
12. If (current is PS) and (voltage is NB) then (output1 is NS) (1)
13. If (current is NS) and (voltage is NS) then (output1 is NS) (1)
14. If (current is NB) and (voltage is PS) then (output1 is NS) (1)
15. If (current is NB) and (voltage is PB) then (output1 is Z) (1)
16. If (current is NS) and (voltage is PS) then (output1 is Z) (1)
17. If (current is NS) and (voltage is PB) then (output1 is PS) (1)
18. If (current is PS) and (voltage is PS) then (output1 is PS) (1)
19. If (current is PS) and (voltage is NS) then (output1 is Z) (1)
20. If (current is NB) and (voltage is NB) then (output1 is NB) (1)
21. If (current is NB) and (voltage is NS) then (output1 is NB) (1)
22. If (current is PS) and (voltage is PB) then (output1 is NB) (1)
23. If (current is PB) and (voltage is PB) then (output1 is PB) (1)
24. If (current is PB) and (voltage is PS) then (output1 is PB) (1)
25. If (current is NS) and (voltage is NB) then (output1 is PB) (1)

Gambar15. Fuzzy Rule

III. METODE PENGONTROLAN



Gambar 16. Blok diagram sistem

Gambar 16 diatas menunjukkan blok diagram system charger yang terdiri dari rectifier flyback konverter yang mensupply beban berupa baterai, sedangkan pada sisi kontrol ada blok kontrol fuzzy yang berada pada mikrokontroller, sedangkan blok monitoring terdiri dari sensor tegangan dan sensor arus yang akan memonitor tegangan dan arus keluaran.

Flyback konverter berfungsi sebagai penstabil tegangan input dari buck konverter, sedangkan buck konverter berfungsi sebagai charger itu sendiri.

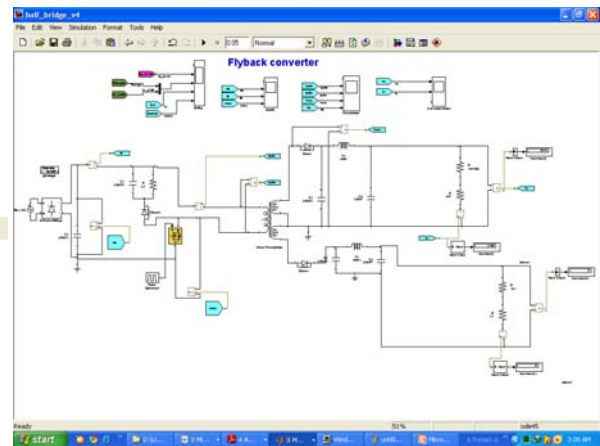
Dengan melihat gambar 16 diatas tampak bahwa sensor tegangan dan sensor arus menyensor pada posisi output yang nantinya nilainya akan dibandingkan dengan tegangan dan arus referensi.

Kontrol fuzzy ini bertindak untuk menentukan tegangan referensi dan juga arus referensi pengisian baterai.

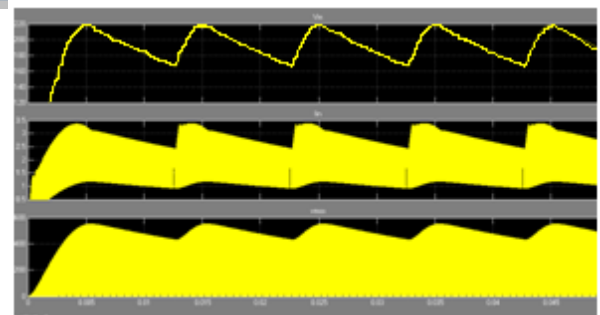
IV. Hasil penelitian melalui simulasi

Dalam simulasi ini charger dibagi menjadi tiga bagian, yaitu input dengan tegangan input 220Vac, charger dengan tiga konverter yaitu rectifier, flyback,

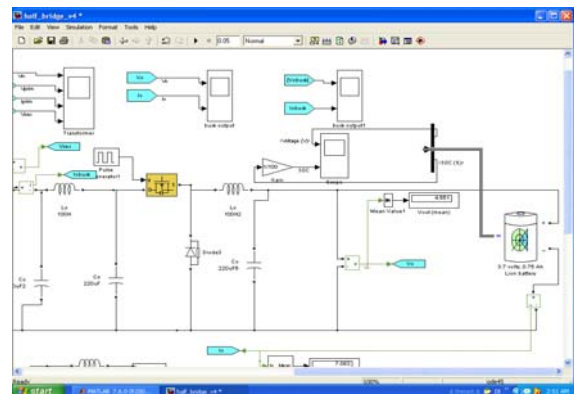
dan buck konverter, dedangan sisi output terdapat baterai li-ion 3.7V dengan kapasitas 700mAh.



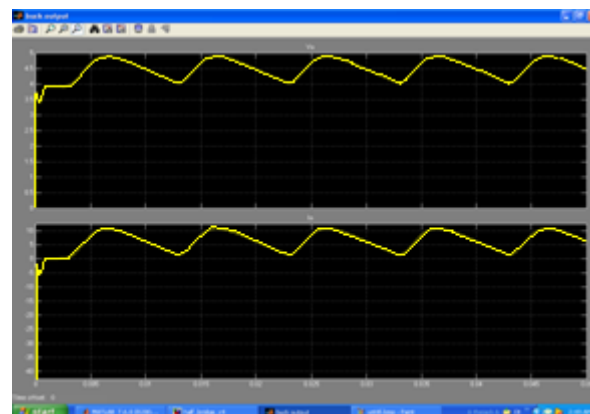
Gambar17. Rangkaian Penyearah + flyback konverter



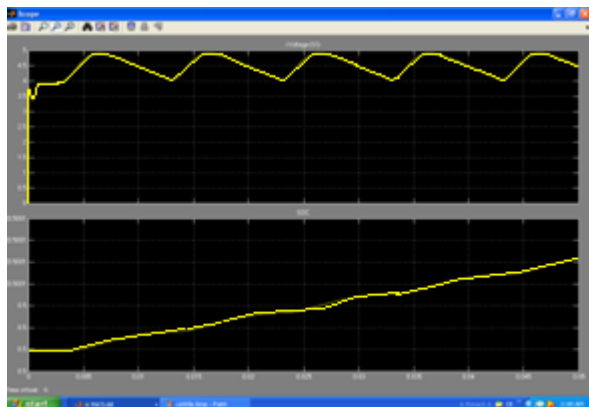
Gambar 18. Bentuk tegangan input, arus input, dan tegangan mosfet



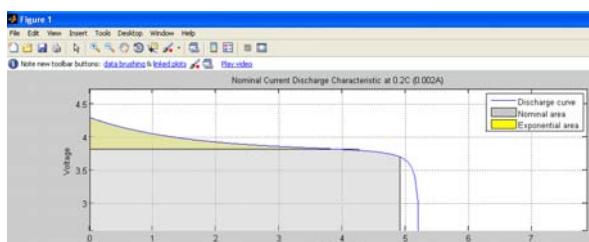
Gambar 19. Buck konverter dan beban baterai



Gambar 20. Tegangan output dan arus output buck konverter



Gambar 21. Tegangan dan kapasitas terisi baterai



Gambar 22. Karakteristik discharge baterai Li-ion

V. Analisa Hasil Pengukuran

Simulasi dibagi menjadi dua bagian konverter menggunakan kontrol fuzzy dan tanpa kontrol fuzzy, bagian pertama dengan kontrol fuzzy untuk sementara masih error dikarenakan tegangan yang dibaca adalah tegangan pengisian (tegangan keluaran buck konverter) sedangkan yang diinginkan adalah tegangan open terminal baterai. Sedangkan bagian kedua buck converter tanpa kontrol fuzzy dapat melakukan pengisian tanpa mengindahkan parameter dari baterai.

Dari simulasi dia atas didapat data sebagai berikut Tegangan output rectifier sebesar 280Vdc dan keluaran tegangan flyback sebesar 15 Vdc dan 5 Vdc sedangkan output dari buck konverter sebesar 4.2 Vdc. Dan tegangan keluaran dari flyback sebesar 15 Vdc yang akan diatur oleh buck untuk proses pengisian baterai.

VI. Kesimpulan dan Saran

Dari analisa hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa system dapat berjalan normal sesuai perencanaan :

- Ripple tegangan output buck dan flyback konverter masih besar, sehingga perlu disain ulang filter output masing-masing konverter.
- Tegangan output rectifier sebesar 280Vdc dan keluaran tegangan flyback sebesar 15 Vdc dan 5 Vdc sedangkan output dari buck konverter sebesar 4.2 Vdc.

- Dan tegangan keluaran dari flyback sebesar 15 Vdc yang akan diatur oleh buck untuk proses pengisian baterai.
- Parameter input baiknya adalah temperature dari baterai sehingga tidak mengganggu proses pengisian dan lebih mudah dalam pengambilan nilai inputan.
- Pada simulasi untuk mendapatkan tegangan terminal baterai harus dipisah terlebih dahulu, sehingga proses pengisian harus terhenti.
- Saran dari hasil simulasi, kontrol fuzzy menggunakan parameter temperatur baterai lebih mudah dilakukan tanpa harus menghentikan proses pengisian, tetapi terdapat kendala yaitu baterai pada Matlab tidak bias diambil parameter temperature.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lander, Cyril W, "Power Electronics" third edition. London, McGRAW HILL International Edition, 1993.
- [2] Rashid, Muhammad H, "Power Electronics Handbook". Canada. ACADEMIC PRESS, 2001.
- [3] Rochim, Saiful, "Rancang bangun AC to DC semikonverter 3 fasa dengan frekwensi rendah dengan kontrol saklar PID fuzzy". Surabaya. PENS-ITS, 2006.
- [4] Ayub Windarko, Novie, "Aplikasi Flyback Konverter untuk Alat Bantu Sistem Penyimpan Energi pada Sistem Pembangkit Listrik Hibrid". presented at the 7nd IES Surabaya. PENS-ITS, 2005.
- [5] Salam, Dr.Zainal, "Capter 2 AC to DC Conversion (Rectifier).pdf", UTMJB Malaysia, 2003.
- [6] Prabowo, Gigih, "Rectifiers (AC to DC Konverters).pdf", Surabaya. PENS-ITS, 2004.
- [7] Sunarno Epyk, Rofiq N. Ainur dan Wahjono Endro, "Desain Ac to Dc Semi Konverter Tiga Fasa dengan Harmonisa Rendah dan Faktor Daya Mendekati Unity Menggunakan Kontrol Saklar PID Kontroler", Surabaya, PENS-ITS, 2006.